

定量煤田勘探学

附计算机地质绘图

许友志 毛善君 王景华 著



中国矿业大学出版社

北京)

定量煤田勘探学

附计算机地质绘图

(SY18/0P) SY18/0P

许友志 毛善君 王景华 周荣福 著

〔煤炭科学基金资助项目〕

中国矿业大学出版社

QUANTITATIVE COAL EXPLORATION

GEOLOGICAL COMPUTER MAPPING ENCLOSED

Xu Youzhi Mao Shanjun Wang Jinghua

Project Supported by Coal Science Foundation

China University of Mining & Technology Press

序

韩德馨

《定量煤田勘探学》附计算机地质绘图,是煤炭科学基金资助的研究成果。许友志等同志及时完成了这项科研工作,现以专著形式出版,这是值得庆贺的一件事。

我国劳动人民对煤的发现和利用具有悠久的历史。早在新石器时代的晚期遗物和墓葬里,就先后发现了用煤制成的工艺品。随着煤的利用日渐广泛,到了汉代我国已比较多地使用煤炭,并用来作为冶铁燃料。明代宋应星在《天工开物》一书中,就有“凡取煤径久者,从土面能辨有无之色,然后掘挖,深至五丈许,方始得煤”的论述,指出了根据煤层露头标志寻找煤层的方法。书中还按煤的块度不同将煤分为“明煤、碎煤和末煤”三类,并指出“明煤产北,碎煤产南”,以及不同煤层的产地和分布特点。我国劳动人民在长期生产实践中积累了丰富的找煤和采煤的经验,只是到了近代,由于封建统治及闭关锁国的影响,科学研究发展缓慢,煤炭工业设备简陋,生产技术落后,煤田地质难以深入研究,因此,煤田勘探基础显得十分薄弱。

建国四十多年来,煤炭工业迅速发展,取得了举世瞩目的成就,促进了煤田地质事业的进展。煤田地质勘探队伍日渐壮大,广泛开展煤田普查和勘探工作,不断发现了新煤田,提供可靠的煤炭储量资料。在这方面,煤田地质勘探队做出了卓越成绩,已成为我国地质队伍中一支重要的生产力量。

当前,地质科学随着日新月异的新科学理论的诞生而不断丰富其内容,新的测试手段和方法被广泛采用,推动了煤田地质和煤田勘探方法应用的进一步发展,煤田地质勘探已成为一项科学的系统工程。由于地质工作具有领地广阔、对象复杂、探索性强以及地质变量的不确定性、模糊性和多解性等特点,长期以来,煤田地质勘探工作往往以定性描述和经验类比为依据,从编制勘探设计、野外勘查到提交地质报告的全过程,主要凭借地质工作者的经验和野外实践来完成,工作量大而缺乏科学性和准确性。为了更好地完成煤田地质勘探工程,作者依据长期从事煤田勘探教学和科研工作中积累的经验而著作的《定量煤田勘探学》附计算机地质绘图,是作者深入现场钻研,采用煤田地质学、数学地质及计算机等新技术方法,处理坑探、钻探、物探以及各种分析化验等所得的综合信息和参数,经过定量研究和评价,从而比较系统地结合我国实际情况,初步拟定了煤矿勘探类型定量划分方案和定量评价系统,确

定勘探区地质构造复杂程度和煤层稳定程度的定量指标和定量标准,以及计算机自动绘制各种地质图件,使煤田勘探从定性描述发展到定量统计,把经验类比进展到计算机模拟。本书内容反映了国内外煤田勘探领域的新技术成就,这无疑对我国煤田勘探工程具有重要的理论意义和实践意义。为此,我很乐意向广大煤田地质界教学、科研及勘探工作者推荐这本专著,并祝愿今后在我国社会主义现代化建设中,煤田地质勘探工程将由此而取得更大的成就。

1994 年 4 月

Abstract

For a long time, the coal exploration has been based on qualitative descriptions and experience analogy. The whole process from design, field working to geological report compilation, including the study of geological structures and coal seam, the drawing-up of the exploration plan, the decision upon the closeness of exploratory grid, the deployment and comprehensive application of exploration means, the decision upon degree of exploration, the compilation of geological maps and calculation of coal reserves, etc., is completed by hand in virtue of experience of the geologists according to "Standard of Coal Exploration". Conclusions and solutions are different in accordance with people and place, which can not meet the needs of modernization and informatization of the production and construction of coal mines.

Summing up 40 years' experiences and lessons in coal exploration, applying the theories of mathematics and mathematical geology, in this book, the author, on the basis of theories and methods of modern coal geology, studies and quantitatively analogizes the materials and data obtained and introduces the methods to draw geological maps automatically with computers. This is the way to raise coal exploration from qualitative description to quantitative statistics, from experience analogue to computer analogue, from mapping manually to automatically with computers. This book sets up a primary system of quantitative index and quantitative appraisal of coal exploration in our country.

There are two parts and thirteen chapters in this book. The first part is about quantitative coal exploration, including programization of dividing coal exploration stages, the classification system of coal reserves, the quantitative study system of exploration types, quantitative study of geological structures and coal seams, quantitative study of exploratory grid, method of curved surface smoothing and its application to forecasting the buried structures in exploration areas, and calculation of coal reserves, etc. The second part is about geological computer mapping, including computer algorithm foundation, interpolating and smoothing of curves and models of meshes, mapping of geological maps, such as bore hole columnar sec-

tion, coal seam correlation section, 3-D cartography and contour maps, etc.

This book gives a minute description of quantitative indexes and principles of computer mapping, mathematical models, algorithms and some examples. All the computer programs and data processing are debugged on a microcomputer and all the diagrams are drawn at geological computer stations, so they are interchangeable and are worth being spreaded. This is of great theoretical and practical importance for quickening coal exploration, raising economic benefit, deepening geological study and obtaining optimum results with shortest time least effort.

This book reflects the author's main achievement in his teaching and research and also the latest progress in coal exploration and computer mapping at home and abroad. It can be used as a reference book for students, graduate students or teachers of specialties of coal exploration or computer application in exploration, and it is also very helpful to coal geologists, engineers and researchers.

绪 言

长期以来,人们把科学分为精密科学和描述科学,前者如物理学、数学,后者如地质学、生物学。物理学家们认为自己所从事的是无限精确的实验观察和无限精确的理论计算;而地质学家们则认为自己所研究的是更加复杂的体系,因为地质过程特殊的时空规律和复杂的边界条件在实验室无法加以再现,野外观察大部分也是非定量的和描述性的,只能用文字、素描和一些含糊不清的“量词”来记录地质现象,而不能用简单的数学模型加以表达。

到了50年代,随着数理统计和概率论等数学方法引入地质学,遂使这门描述性科学逐步向量化方向发展。嗣后,地质学中大量引入了“模型”或“模式”概念,有人把“模型”概念的引入、板块构造理论和计算机地质应用看作是当代地质科学的三个重大进展。60年代初开始,应用数学和电子计算机与地质学相结合,诞生了一门新的边缘学科——数学地质。它是一门运用数学理论和方法研究各种地质现象的数量关系和空间形式的科学,其基本任务是查明地质体的数学特征,建立地质体的数学模型;查明地质过程各因素及其相互关系,建立地质过程的数学模型;查明地质数据及工作方法特征,建立地质工作方法的数学模型^[37]。数学地质几乎渗透到地质科学的各个领域,为地质科学的定量化理论和定量化方法奠定了基础。这期间,国内外学者发表的重要论著有:《沉积模型和定量地层学》(W. Schwarzacher, 1975),《地质过程的计算机模拟》(J. W. Harbaugh & G. Bonham-Carter, 1980),《Quantitative Stratigraphy》(F. M. Gradstein, F. P. Agterberg, J. C. Brower & W. Schwarzacher, 1985),《矿床统计预测》(赵鹏大等, 1983),《地质勘探中的统计分析》(赵鹏大等, 1990),《定量岩石地层学》(张光前等, 1991)等。

传统的煤田地质勘探是以定性描述和经验类比为基础的。从编制勘探设计、组织野外施工到提交地质报告的整个过程,都是根据《煤田地质勘探规范》中规定的定性条文、凭借地质工作者的经验和手工方法来完成的。例如,煤矿勘探类型的划分,主要是根据勘探区地质构造复杂程度和煤层稳定程度这两个指标,将地质构造分为三类(或四类):即简单构造、中等构造、复杂构造和极复杂构造;将煤层分为三型(或四型):即稳定煤层、较稳定煤层、不稳定煤层和极不稳定煤层。但是,《规范》对地质构造复杂程度和煤层稳定程度只做了定性描述,没有进行定量的划分,常常用一些含糊不清的“量词”。如描述含煤地层产状时,用“变化不大”、“有一定变化”、“变化很大”和“变化极大”;在描述断层时,用“稀少”、“较发育”、“发育”和“极发育”;在描述煤层厚度时,用“变化很小”、“有一定变化”、“变化较大”和“变化极大”等,使人们难以掌握。由于没有定量的划分标准,因而执行起来比较困难,常常是因人而异、因地而异,并且具有多解性,不能满足煤矿生产建设现代化和信息化的需要。

《定量煤田勘探学》附计算机地质绘图,旨在以运用现代的煤田地质、应用数学、数学地质等理论和方法为基础,以计算机为技术手段,建立我国煤田的主要成因模式和勘探模式,充分反映我国煤田丰富多彩、千姿百态的勘探—地质条件。对煤田勘探中各种勘探手段,包括坑探、钻探、物探、遥感和采样化验等所获得的综合信息进行定量的划分、研究和评价。对

煤田勘探的全过程,包括勘探程序、勘探设计、野外施工、地质编录、勘探区地质构造和煤层的研究、开采技术条件的研究、勘探类型、勘探网密度、勘探工程布置、勘探程度、煤炭储量分类和煤炭储量计算、煤炭资源技术经济综合评价和环境评价,以及各种地质图件的自动绘制等,进行定量的模拟和研究。使煤田勘探从定性描述发展到定量统计,从经验类比发展到计算机模拟,从手工绘图发展到计算机自动绘图,以建立我国煤田勘探的定量化指标和定量化评价系统。这就是作者著作本书的目的所在,作为抛砖引玉,殷切期望广大煤田勘探工作者共同努力,为逐步创立和发展有我国特色的“中国煤田定量勘探学”体系添砖加瓦。

本书共分两篇。第一篇为定量煤田勘探学,包括煤田勘查工作阶段的程序化问题、煤炭储量分类分级系统、煤矿勘探类型定量化研究系统、地质构造和煤层的定量研究、勘探网密度的定量研究、曲面磨光法预测勘探区隐伏地质构造以及各种煤炭储量计算方法等。第二篇为计算机地质绘图,包括计算机图形的算法基础,曲线的插值、光滑和网格化模型,以及煤田勘探中各种主要地质图件的绘制。书中对各种定量指标和计算机绘图的原理、数学模型、计算方法和应用实例等均做了详细论述。所有计算机程序和数据处理都是在煤炭部选型推广的 IBM—PC 系列微机上调试运行,各类图纸均在 MICRO—VAX—II 微机图形工作站绘制,通用性较强,具有普遍的推广价值。这对提高煤田勘探的经济效益、加速煤田勘探进程、提高地质研究程度,以最短的时间、最少的工作量、获得最佳的地质效果,无疑具有重要的理论意义和实践意义。

《定量煤田勘探学》附计算机地质绘图是煤炭科学基金资助项目的研究成果,同时也反映了作者近年来在教学和科研中的主要成果,同时也反映了国内外有关煤田勘探领域的最新技术成就。本书可作为煤田地质勘查专业大学生指定选修课和研究生必修课的主要教学参考用书,同时对于从事煤田普查勘探的工程技术人员和科研人员也是一本实用的参考书。

本书在编写过程中,自始至终得到我国著名煤田地质学家、中国矿业大学北京研究生部韩德馨教授的悉心指导和鼓励,并为本书作序;同时还得到中国矿业大学北京研究生部任德贻教授、煤炭科学研究总院西安地质勘探分院副院长杨锡禄教授级高级工程师、科技开发处处长缪奋教授级高级工程师和中国煤田地质总局地质处处长毛节华教授级高级工程师、副处长艾树勋高级工程师等的鼓励和帮助,在此我们表示衷心的感谢!我们还要特别感谢山东煤田地质局总工程师陆忠骥教授级高级工程师和张其武高级工程师、江苏煤田地质勘探研究所所长毛玉华高级工程师、总工程师杨永宽教授级高级工程师、江苏煤田地质勘探三队总工程师王明远高级工程师等为我们有关课题的研究做了具体指导,并提供了有关算例,在此我们亦表示深深的谢意!有关研究课题的全部计算和分析测试工作,都是在中国矿业大学计算中心、微观分析测试中心和地质系计算机室完成的,对上述单位和个人,特别是张大顺、谭海樵、丁广成、季景贤、王颖等副教授、高级工程师给予的大力支持和帮助,在此我们也表示深切的谢意!

本书第一篇由许友志、王景华编写,周荣福参加了部分章节的编写;第二篇由毛善君、许友志编写。初稿写成以后,由许友志、王景华负责对全书进行编纂和定稿。

由于我们水平有限、时间仓促,书中会有不少缺点或错误,竭诚希望广大读者批评指正。

著 者

1994 年 3 月

目 录

序	1
绪 言	1

第一篇 定量煤田勘探学

第一章 煤炭资源勘查工作阶段的程序化问题	1
第一节 国内、外矿产勘查工作阶段划分概况	1
第二节 我国煤炭资源勘查工作阶段划分概况	5
第三节 矿产勘查工作阶段划分的程序化问题	7
第二章 煤炭储量分类分级系统及其发展趋势	11
第一节 国外煤炭储量分类分级概况	11
第二节 我国煤炭储量分类分级系统	17
第三节 煤炭储量分类分级系统的发展趋势	20
第三章 煤矿勘探类型定量化研究系统	24
第一节 地质构造复杂程度的定量研究	26
第二节 煤层稳定程度的定量研究	37
第三节 利用模糊综合评判理论定量确定煤矿勘探类型	43
第四节 煤矿勘探类型定量划分方案及其应用实例	47
第四章 勘探网密度的定量研究	56
第一节 数理统计法	56
第二节 地质统计学法	67
第五章 曲面磨光法在预测勘探区隐伏构造中的应用	72
第一节 国内国外研究现状	72
第二节 曲面磨光法	73
第三节 地质构造的磨光规律及其模型分析	77

第四节 构造预测实例	79
第六章 煤炭储量计算方法	88
第一节 孔斜计算	89
第二节 距离幂倒数法插值计算	92
第三节 等高线—地质块段法	96
第四节 三角形法	97
第五节 多边形法	100
第六节 地质统计学法	102

第二篇 计算机地质绘图

第七章 计算机地质绘图概论	107
第一节 计算机绘图的发展趋势	107
第二节 煤田地质图绘制的发展趋势	109
第三节 煤田地质勘探图的表示方法	110
第四节 煤田地质勘探专题地图的主要类型	113
第五节 计算机制图的优点	115
第八章 电子计算机的主要制图设备	116
第一节 图形输入设备	116
第二节 图形输出装置	118
第九章 图形算法基础	126
第一节 基本变换	126
第二节 齐次坐标法与三维图形变换	132
第三节 变换的级联和分解	140
第四节 投影变换	142
第十章 曲线的光滑和网格化模型的插值	150
第一节 曲线的光滑	150
第二节 网格化模型的插值	165
第十一章 等值线图的自动绘制	176
第一节 矩形网方法绘制等值线图	176
第二节 三角网方法绘制等值线图	188
第三节 等值线图的注记	204
第十二章 三维立体的自动绘制	212

第一节	三维立体自动绘制的算法一.....	212
第二节	三维立体自动绘制的算法二.....	216
第三节	隐藏线的处理.....	220
第四节	两种算法的比较及其三维立体图的应用和发展前景.....	223
第十三章	钻孔柱状图和煤岩层对比图的自动绘制.....	225
第一节	钻孔柱状图的自动绘制和打印.....	225
第二节	煤岩层对比图的自动绘制.....	238
参考文献		245

CONTENTS

PREFACE	1
INTRODUCTION	1

PART I QUANTITATIVE COAL EXPLORATION

CHAPTER 1 PROGRAMIZATION OF DIVIDING COAL EXPLORATION STAGES	1
1.1 Present State of Dividing Mineral Exploration Stages at Home and Abroad	1
1.2 Present State of Dividing Coal Exploration Stages in China	5
1.3 Programization of Dividing Coal Exploration Stages	7
CHAPTER 2 THE SYSTEM OF CLASSIFICATION OF COAL RESERVES AND ITS TREND	11
2.1 Present State of Classification of Coal Reserves in the World	11
2.2 The System of Classification of Coal Reserves in China	17
2.3 The Trend in the Development of Classification of Coal Reserves	20
CHAPTER 3 QUANTITATIVE STUDY SYSTEM OF COAL EXPLORATION TYPE	24
3.1 Quantitative Study of Complexity of Geological Structures	26
3.2 Quantitative Study of Steadiness of Coal Seams	37
3.3 Quantitative Decision upon Coal Exploration Types with the Theory of Fuzzy Comprehensive Judgement	43
3.4 Scheme of Quantitative Dividing of Coal Exploration Types and Some Examples	47
CHAPTER 4 QUANTITATIVE STUDY OF EXPLORATORY GRID	56
4.1 The Method of Mathematic Statitics	56
4.2 The Method of Geostatistics	67
CHAPTER 5 METHOD OF CURVED SURFACE SMOOTHING AND ITS APPLICATION TO FORECASTING THE BURIED STRUCTURES IN EXPLORATION AREA	72
5.1 Present State at Home and Abroad	72
5.2 The Method of Curved Surface Smoothing	73
5.3 Smoothing Rules for Geological Structure and Analysis of the Models	77
5.4 Examples of Structure Prediction	79
CHAPTER 6 CALCULATION OF COAL RESERVES	88
6.1 Calculation of Hole Deflection	89
6.2 Calculation of Interpolation with the Method of Reciprocal Exponentiation of Distance	92
6.3 Contour—Geological Block Method	96

6.4	Triangular Method	97
6.5	Polygonal Method	100
6.6	The Method of Geostatistics	102

PART II GEOLOGICAL COMPUTER MAPPING

CHAPTER 7	OUTLINES OF GEOLOGICAL COMPUTER MAPPING	107
7.1	Trend of Computer Mapping	107
7.2	Trend of Coal Geological Mapping	109
7.3	Expressions for Coal Geological Map	110
7.4	Main Types of Special Map for Coal Exploration	113
7.5	Advantages of Computer Mapping	115
CHAPTER 8	MAIN DIVICES FOR COMPUTER MAPPING	116
8.1	Devices for Maps Input	116
8.2	Devices for Mpas Output	118
CHAPTER 9	FOUNDATION FOR COMPUTER ALGORITHMS	126
9.1	Basic Transformation	126
9.2	Homogeneous Coordinate Method and 3—D Cartography Transformation ...	132
9.3	Cascade and Disintegration of Transformation	140
9.4	Projective Transformation	142
CHAPTER 10	SMOOTHING OF CURVES AND INTERPOLATION OF GRIDDED MODELS	150
10.1	Smoothing of Curves	150
10.2	Interpolation of Gridded Models	165
CHAPTER 11	AUTOMATICAL MAPPING OF CONTOUR MAP	176
11.1	Mapping of Contour Maps with Square Grid Method	176
11.2	Mapping of Contour Mpas with Triangle Grid Method	188
11.3	Notes of Contour Maps	204
CHAPTER 12	MAPPING OF 3—D CARTOGRAPHY	212
12.1	Algorithm I of 3—D Automatical Mapping	212
12.2	Algorithm II of 3—D Automatical Mapping	216
12.3	Hidden Line Processing	220
12.4	Comparision of Algorithm I with II and Application and Prospect of 3—D Cartography	223
CHAPTER 13	AUTOMATICAL MAPPING OF BORE HOLE COLUMNAR SECTION AND COAL SEAM CORRELATION SECTION	225
13.1	Automatical Mapping and Printing of Bore Hole Columnar Section	225
13.2	Automatical Mapping of Coal Seam Correlation Section	238
References		245

第一章 煤炭资源勘查工作阶段的程序化问题

煤炭资源勘查工作是按照一定的阶段和程序进行的。从广义的观点来说,煤炭资源勘查工作应当是从预测、寻找和发现煤矿床开始,经过系统的地质勘查和工业评价,以及煤矿建设、生产,直到开采完毕、矿井报废为止的所有地质勘查工作的全过程。根据煤炭资源勘查工作的固有规律和煤炭工业生产的需要,煤炭资源勘查应当包括:煤田预测、资源勘查和生产勘探三个大的阶段。但从狭义的观点来说,煤炭资源勘查工作不包括煤田预测和生产勘探这两个阶段。

第一节 国内、外矿产勘查工作阶段划分概况

矿产勘查的工作阶段问题,是地质勘探工作的理论和实践的重要问题。长期以来,国内、外对矿产勘查工作阶段的划分都十分重视,它直接关系到矿产勘查工作的进程、勘探工程量、勘探投资、勘探的地质经济效果,以及矿产资源的正确评价和合理利用等问题。

一、国外矿产勘查工作阶段划分概况

早在 50 年代,世界上主要矿产国家,如苏、美、英、德、澳等国的一些矿业公司和学者对矿产勘查工作阶段的划分和各阶段工作的程度都有明确的规定和要求。

(一) 英国煤田勘探阶段划分简况

70 年代初,英国煤炭局总地质师克拉克曾多次提出英国煤田勘探阶段的划分方案,1975 年明确地提出把英国煤田勘探划分为以下 5 个阶段。

1. 第一阶段 圈定勘探区域,目的是寻找含煤建造和可采煤层。根据区域地质测量及其它矿产勘探提供的资料,在大范围内进行小比例尺的地面物探工作,圈出可能的含煤地区,并要经 1~2 个钻孔验证,必要时做一点地震勘探。

2. 第二阶段 区域勘探,目的是查明可采煤层的大致分布范围,圈出矿区或井田的边界,估算出煤炭储量,对矿区的工业价值和开发可能性做出初步评价。这一阶段进行系统的地震勘探和一定的钻孔控制,地震测线间距一般为 2~3km,钻孔布置线距一般为 4~6km,钻孔密度一般 13km² 一个钻孔。

3. 第三阶段 详细勘探,目的是详细查明地质构造及其分布范围,详细查明沉积环境和每一有经济价值的可采煤层的特征,编制出各种综合性图件和三维图件,确定井筒和大巷的位置,查明头 10 年开采区的详细特征。这一阶段进行系统的地震勘探和钻探,地震测线间距一般为 1~1.5km,钻孔间距为 1~3km,平均 2~4km² 一个钻孔。

4. 第四阶段 盘区勘探,目的是为首期采区和开采设计的关键部位提供准确的地质资

料。这一阶段对井筒附近、运输大巷和首期采区等关键部位加密地震勘探剖面 and 勘探钻孔，对于上述地段地震测线可以加密到 200~300m，勘探钻孔的孔距加密到 400~500m。同时，这一阶段必须布置若干个专门的工程地质钻孔，详细查明影响矿山开采的工程地质、水文地质情况以及其它开采技术条件等。

5. 第五阶段 生产勘探，这是最后一个勘探阶段，是指矿井建成后，为确保矿山的正常生产，随着井下工作面的推进，探测一些在第三、四阶段尚未探测出的构造、沉积和煤层等地质问题。

在英国，有人把新矿井开始设计前的各阶段(大致相当于上述前 3 个阶段)统称为“战略勘探”；把从矿井设计开始直至矿井生产过程中的勘探工作，称为“战术勘探”。

(二) 西德矿床勘探阶段划分简况

西德矿床勘探阶段一般划分为 3 个阶段：即初查阶段、详查阶段和勘探阶段。

1. 初查阶段 除研究地质构造等基础地质资料外，主要是研究矿体的规模、品位、形态及其控矿因素等。

2. 详查阶段 主要是核实矿体地表的规模、品位，并探索其深部变化，了解矿石的物质组分及其可选性能，初步估计矿山的开采技术条件，初步确定矿床的经济价值。

3. 勘探阶段 这一阶段主要包括：

① 准确确定矿体品位、储量、选矿回收率，开采条件和可能开发方案，并估计出该矿开采后所得的全部经济价值。

② 计算出从矿山开采到结束时全部投资及开采费用。

③ 计算投资总额的回收年限及其利息。

④ 计算出矿山至采完的总收入、总支出和总利润。

(三) 美国矿床勘探阶段划分简况

美国矿床勘探阶段一般为三分或五分。

划分为 3 个阶段如下：

1. 第一阶段 普查找矿

2. 第二阶段 初步勘探

3. 第三阶段 详细勘探

划分为 5 个阶段如下：

1. 第一阶段 区域地质调查，收集分析已有地质资料，进行野外踏勘，了解区域地质条件，确定有希望矿区的工作范围。

2. 第二阶段 普查找矿，提出预想成矿模式，用工程验证并肯定模式，了解成矿规律、控矿因素、矿床规模，估算地质储量。

3. 第三阶段 初步勘探，这一阶段的任务是初步查明矿体的形态、规模和埋藏条件，并了解矿石类型、有用元素赋存状态和品位、伴生元素的种类和含量、矿石的选冶性能等。计算工业储量，对矿床做出工业评价。

4. 第四阶段 详细勘探，这一阶段的主要任务是进一步圈定矿体的边界，查明矿山开采地质条件，探求高级储量。

5. 第五阶段 就矿找矿，这一阶段相当于生产勘探，主要是为矿山开采设计选择合理的开采方法，以及为确保矿山正常生产进行的一系列的补充勘探工作。

(四) 原苏联矿床勘探阶段划分简况

原苏联对矿床勘探阶段的划分一直比较重视。早在 50、60 年代,苏联国家矿产储量委员会(ГКЗ СССР)把矿床勘探划分为 4 个阶段,即普查找矿、普查评价、初步勘探和详细勘探。到 70 年代则划分为 3 个阶段,即矿产普查(包括一般普查、详细普查、普查评价)、初步勘探和详细勘探。1982 年划分为 6 个阶段,即区域地质测量、矿产普查、初步勘探、详细勘探、补充勘探和开发勘探。到 1984 年,又进一步将矿床勘探划分为以下 8 个阶段。

1. 第一阶段 国土的区域地质研究,进行 1:100 万~1:20 万区域地质测量。
2. 第二阶段 一般的区域测量(1:10 万~1:5 万)及地球物理工作,查明控矿有利的地质环境,编制国家地质图件,对有潜在远景的区域、盆地的资源进行预测,评价 P_3 级预测资源量。
3. 第三阶段 普查找矿(初步普查),发现矿区或矿带,评价 P_2 级预测资源量,确定其可能的经济意义及进一步工作的合理性。
4. 第四阶段 普查评价(详细普查),对已发现的矿床进行初步评价,确定其可能的工业意义,评价 C_2 级储量及 P_1 级预测资源量。
5. 第五阶段 初步勘探,在圈定的矿床或各个矿体范围内,对矿床做出工业评价,根据规范的要求,计算 C_1 和 C_2 级储量。
6. 第六阶段 详细勘探,在矿床经过研究的矿体范围内或在矿体某部分范围内,对矿区的开发利用做出详细的工业评价,根据规范要求,计算 A 级、B 级和 C_1 级储量。
7. 第七阶段 补充勘探,为矿山设计和建设所需的关键部位而进行的补充勘探工作。
8. 第八阶段 生产勘探,在开采矿块范围内,根据矿山采准、切割及回采坑道样品资料,为矿山回采工作提供可靠的地质资料。

(五) 其它主要矿产国家勘探阶段划分简况

1. 加拿大 分为 3 个阶段:
 - ① 矿区选择;
 - ② 初期勘探;
 - ③ 详细勘探。
2. 澳大利亚 分为 3 个阶段:
 - ① 区域勘探(普查勘探);
 - ② 评价勘探(矿区评价);
 - ③ 设计勘探(矿山设计),可再进一步分为初步设计和详细设计两个阶段。
3. 南非 分为 4 个阶段:
 - ① 区域普查;
 - ② 初步勘探;
 - ③ 详细勘探;
 - ④ 最终勘探。

现将国外主要矿产国家有关勘查阶段划分方案列表对比如下(表 1-1)。

二、国内矿产勘查工作阶段划分概况

建国初期,由于我们还没有经验,矿产勘查工作阶段的划分主要是学习和引进苏联的有关《规范》,当时对矿产资源勘查工作起过积极的作用。嗣后,从 50 年代末开始,在不断总结我国矿产勘查工作经验的基础上,各工业部门先后制订了矿产勘查工作阶段的划分方案,后来经过多次改革,使矿产勘查工作的阶段逐步按照中国的特点进行划分。长期以来,由于我国在矿产资源管理上没有一个全国统一的《矿产资源法》,各部门片面地强调特殊性和自成体系,使矿产资源勘查工作阶段的划分变得很不统一,各工业部门、各矿种之间差异较大,阶段的名称不统一、标准不一致,勘查工作的程序亦不相同,因而对比起来颇为困难。例如,地